

Probleme SF

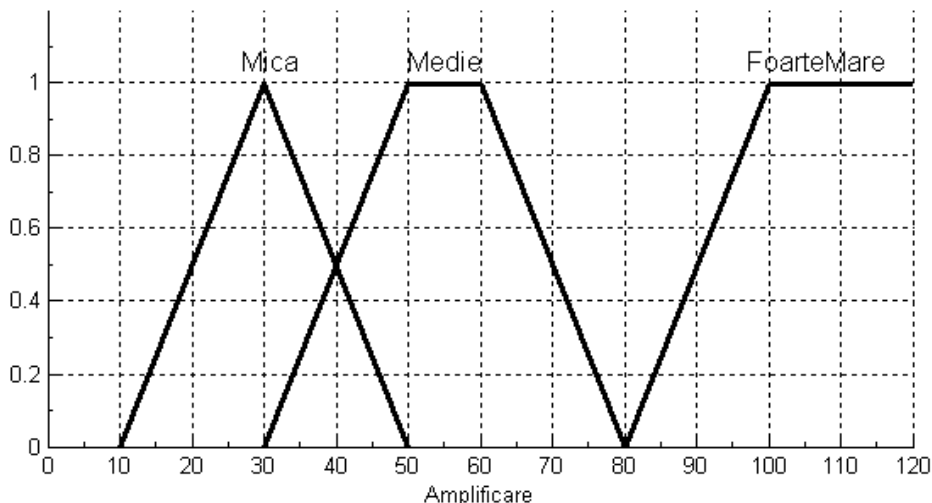
P1. 2p Fie variabila “temperatură atmosferică în sezoanele de primăvară-vară”, variabilă notată prin T_a , cu valori numerice în universul discuției $[0^\circ\text{C};45^\circ\text{C}]$. Se dorește definirea a patru mulțimi fuzzy “Rece”, “Călduț”, “Cald” și “Caniculară”, care să formeze o partiție fuzzy a universului discuției. Mulțimile fuzzy “Rece”, “Cald” și “Caniculară” sunt deja definite prin funcțiile de apartenență $\text{Rece}: [0^\circ\text{C};45^\circ\text{C}] \rightarrow [0;1]$, $\text{Cald}: [0^\circ\text{C};45^\circ\text{C}] \rightarrow [0;1]$ și $\text{Caniculară}: [0^\circ\text{C};45^\circ\text{C}] \rightarrow [0;1]$, descrise de expresiile analitice:

$$\text{Rece}(T_a) = \begin{cases} 1, & \text{daca } T_a \in [0;10] \\ \frac{15 - T_a}{5}, & \text{daca } T_a \in (10;15); \\ 0, & \text{daca } T_a \in [15;45] \end{cases} \quad \text{Caniculara}(T_a) = \begin{cases} 0, & \text{daca } T_a \in [0;25] \\ \frac{T_a - 25}{5}, & \text{daca } T_a \in (25;30); \\ 1, & \text{daca } T_a \in [30;45] \end{cases}$$

$$\text{Cald}(T_a) = \begin{cases} 0, & \text{daca } T_a \in [0;20] \cup [30;45] \\ \frac{T_a - 20}{3}, & \text{daca } T_a \in (20;23) \\ 1, & \text{daca } T_a \in [23;25] \\ \frac{30 - T_a}{5}, & \text{daca } T_a \in (25;30) \end{cases}$$

- a) **0,75p** Reprezentați grafic funcțiile de apartenență ale celor trei mulțimi fuzzy.
- b) **0,5p** Arătați că cele trei mulțimi fuzzy cu funcțiile de apartenență descrise analitic prin expresiile de mai sus nu formează o partiție fuzzy a universului discuției $[0^\circ\text{C};45^\circ\text{C}]$. Reprezentați grafic funcția de apartenență a celei de a patra categorii fuzzy menționate, Călduț: $[0^\circ\text{C};45^\circ\text{C}] \rightarrow [0;1]$, astfel încât ea, împreună cu celelalte trei mulțimi fuzzy: Rece, Cald și Caniculară, să formeze o partiție fuzzy a universului discuției. Descrieți deasemenea analitic această funcție de apartenență.
- c) **0,75p** Dorim să utilizăm cele patru mulțimi fuzzy pentru a “prezice” măsura în care o piscină va fi aglomerată sau destul de goală. Dacă temperatura T_a este caldă sau caniculară, piscina va fi aglomerată, în caz contrar – va fi destul de goală. Cum vor arăta funcțiile de apartenență ale unor mulțimi fuzzy ale temperaturilor T_a corespunzătoare celor două situații: care determină ca piscina să fie aglomerată, respectiv – care determină ca piscina să fie destul de goală? (Pentru operatorul “sau”, se va utiliza o t-conormă la alegere). În ce măsură, pentru o temperatură T_a de 22°C , piscina va fi aglomerată?

P2. 2p Pentru o categorie de amplificatoare se considera variabila lingvistica “Amplificare” cu universul discuției $[0, 120]$, peste care se definesc 5 mulțimi fuzzy: “FoarteMica”, “Mica”, “Medie”, “Mare”, “FoarteMare”. Mulțimile fuzzy “Mica”, “Medie” și “FoarteMare” sunt reprezentate în figura de mai jos.

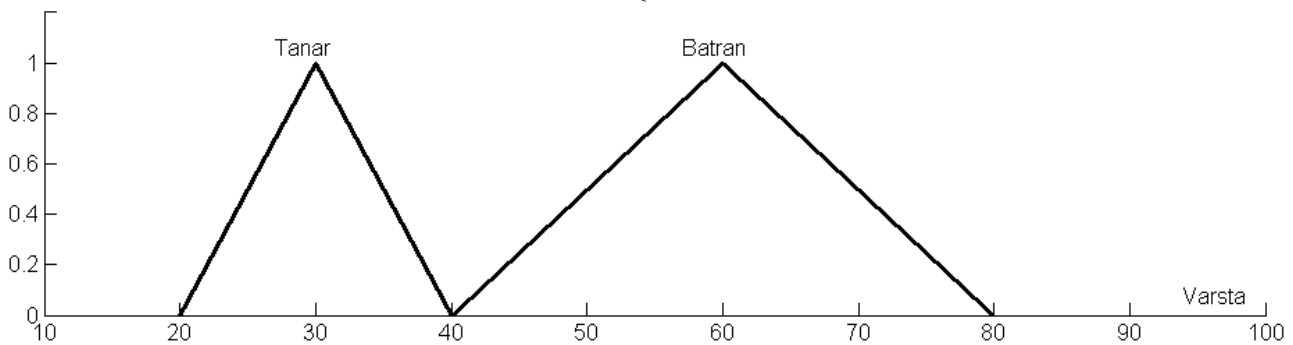


- a) **0.5p** Care sunt expresiile analitice ale funcțiilor de apartenență ale mulțimilor fuzzy Mica și Medie?

- b) **0.5p** Exprimați în variată discretă mulțimile fuzzy Mica și Medie considerând pentru amplificarea valorilor AmplificareDiscreta={10, 15, 20, 30, 32, 40, 44, 50, 55, 60, 65, 70, 74, 80, 90, 100}.
- c) **0.5p** Reprezentați mulțimile fuzzy “FoarteMica” și “Mare” astfel încât cele 5 mulțimi fuzzy definite peste universul discuției să formeze o partiție fuzzy.
- d) **0.5p** Reprezentați mulțimile fuzzy “Medie și Mare”, “Nu Foarte Mare”, “Mica sau Medie sau Mare”. Precizați ce operatori ați utilizat.

P3. 2.25p Se considera variabila lingvistică “Varsta” cu universul discuției [10, 100], peste care se definesc 5 mulțimi fuzzy: “FoarteTanar”, “Tanar”, “Matur”, “Batran”, “FoarteBatran”. Mulțimile fuzzy “Tanar” și “Batran” sunt reprezentate în figura de mai jos. Funcția de apartenență pentru mulțimea fuzzy “FoarteBatran” este definită analitic:

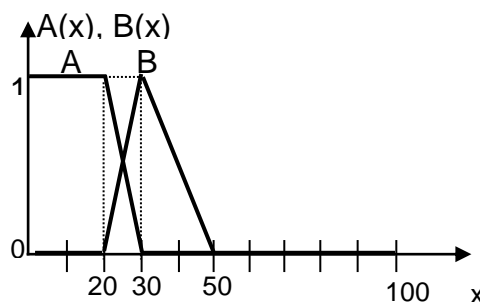
$$\text{FoarteBatran}(\text{varsta}) = \begin{cases} 0; & \text{varsta} \in [10, 60] \\ \frac{\text{varsta} - 60}{20}; & \text{varsta} \in [60, 80] \\ 1; & \text{varsta} \in [80, 100] \end{cases}$$



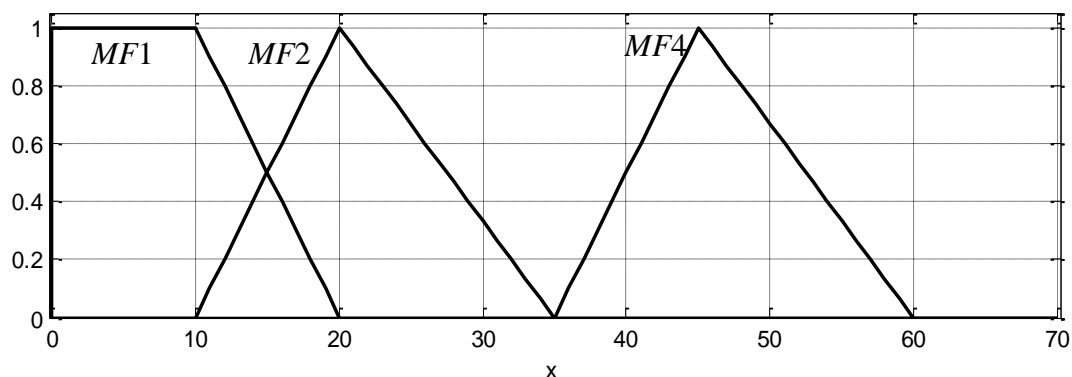
- a) **0.5p** Reprezentați mulțimea fuzzy “FoarteBatran”. Pentru această mulțime ce valori au: intervalul de toleranță, lățimea la stânga și lățimea la dreapta?
- b) **0.75p** Reprezentați mulțimile fuzzy “FoarteTanar” și “Matur” astfel încât cele 5 mulțimi fuzzy definite peste universul discuției [10, 100] să formeze o partiție fuzzy. Care sunt expresiile analitice ale funcțiilor de apartenență a acestor două mulțimi fuzzy?
- c) **0.25p** Care sunt gradele de apartenență la fiecare din cele 5 mulțimi fuzzy a valorilor Varsta1=25, Varsta2=44.
- d) **0.75p** Reprezentați mulțimile fuzzy “Tanar sau Matur”, “nu Batran” și “Tanar sau Matur și nu Batran”. Explicați modul de obținere a acestor mulțimi.

P4 2p Fie X - universul discuției, X=[0;100], și fie mulțimile fuzzy A, B cu funcțiile de apartenență A: X→[0,1], B:X→[0,1], reprezentate grafic în figura.

- a) **0,75p** Arătați că A și B nu formează o partiție fuzzy a universului discuției X. Care ar trebui să fie relația între A(x) și B(x) pentru a forma o partiție fuzzy a lui X? Adăugând un număr minim de mulțimi fuzzy, construiți o partiție fuzzy a lui X (grafic), care să conțină cele două mulțimi fuzzy din Fig. 1.
- b) **0,5p** Reprezentați grafic și exprimați analitic funcțiile de apartenență A∩B: X→[0,1] și A∪B: X→[0,1], folosind pentru intersecție, t-norma min, iar pentru reuniune, t-conorma max.



P5. 2.5p Peste variabila lingvistica x cu universul discutiei $[0, 70]$, se definesc cinci multimi fuzzy: “ $MF1$ ”, “ $MF2$ ”, “ $MF3$ ”, “ $MF4$ ” si “ $MF5$ ”. Multimile fuzzy “ $MF1$ ”, “ $MF2$ ” si “ $MF4$ ” sunt reprezentate in figura de mai jos.



- e) **0.75p** Care este expresia analitica a functiei de apartenenta a multimii fuzzy “ $MF2$ ”?
- f) **0.75p** Reprezentati multimile fuzzy “ $MF3$ ” si “ $MF5$ ” astfel incat cele 5 multimi fuzzy definite peste universul discutiei sa formeze o partitie fuzzy.
- g) **0.5p** Reprezentati multimile fuzzy “ $NU MF4$ ”, “ $MF1 SAU MF2$ ” si “ $MF1 SI MF2$ ”. Precizati operatorii utilizati.
- h) **0.5p** Multimea fuzzy $MF4bis$ se defineste ca o multime fuzzy discreta

$$MF4bis = \left\{ \frac{0}{30}; \frac{0.1}{35}; \frac{0.25}{40}; \frac{0.8}{45}; \frac{1}{50}; \frac{0.8}{55}; \frac{0.3}{60}; \frac{0}{62} \right\}. \text{ Determinati distanta Hamming fuzzy dintre}$$

multimile fuzzy $MF4bis$ si $MF4$, considerand pentru multimea $MF4$ aceleasi valori discrete ale variabilei x ca cele utilizate pentru multimea $MF4bis$.

P6. 2.p Se solicita definirea a trei multimi fuzzy trapezoidale (Mic , $Mediu$, $Inalt$) peste universul discutiei $X = [150; 210]$ [cm] ce reprezinta inaltimea unor persoane. Un grup de experti au definit urmatoarele restrictii:

- Persoanele sub 160 cm cu siguranta sunt mici;
- Persoanele mai inalte de 175 cm cu siguranta nu sunt mici;
- Persoanele peste 190 cm cu siguranta sunt inalte;
- Persoanele sub 180 cm cu siguranta nu sunt inalte;
- Persoanele intre 170 cm si 185 cm cu siguranta sunt medii;
- Persoanele sub 165 cm cu siguranta nu sunt medii;
- Persoanele peste 190 cm cu siguranta nu sunt medii.

- a) **0.5p** Reprezentati grafic cele trei multimi fuzzy Mic , $Mediu$, $Inalt$
- b) **0.5p** Care este expresia analitica a functiei de apartenenta a multimii fuzzy $Mediu$.
- c) **0.5p** Reprezentati multimile fuzzy „ $Mediu$ sau $Inalt$ ”, „ Mic si $Mediu$ ”, „nu $Mediu$ ”. Precizati operatorii utilizati.
- d) **0.5p** Mic_d este o multime fuzzy discreta derivata din multimea fuzzy Mic . Care sunt gradele de apartenenta pentru $Mic_d = \left\{ \frac{1}{159}; \frac{0.9}{163}; \frac{0.2}{170}; \frac{0.1}{174} \right\}$?

- e) **0.5p** Care este distanta Hamming dintre multimile fuzzy Mic_d si $Mic_{d1} = \left\{ \frac{1}{159}; \frac{0.9}{163}; \frac{0.2}{170}; \frac{0.1}{174} \right\}$.

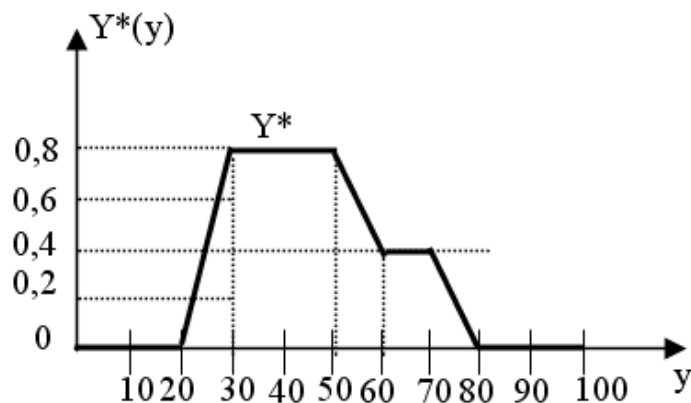
P6 bis S-a implementat urmatoarea secventa de cod in C++ (pentru Arduino):

```
// trapezoidal membership function
float trapMf(float crisp, float left, float centerLeft, float centerRight, float right){
    float degree=0;
    if ((crisp > left) && (crisp < right))
    {
        if (crisp < centerLeft)
            degree=(crisp-left)/(centerLeft-left);
        else if (crisp > centerRight)
            degree=(right-crisp)/(right-centerRight);
        else
            degree=1;
    }
    return degree;
}
```

Ce valoare va intoarce functia trapMf prin urmatorul apel:

- degree = trapMf(17, 10, 20, 25, 30)
- degree = trapMf(29, 10, 20, 25, 30)
- degree = trapMf(23, 10, 20, 25, 30)
- degree = trapMf(8, 10, 20, 25, 30)

P7. 1p Dacă mulțimea fuzzy la ieșirea blocului de inferență al SLF este cea ilustrată în figura alaturată, care va fi valoarea tranșantă a ieșirii în urma aplicării metodei de defuzzificare MOM? Estimați valoarea ieșirii pentru defuzzificare centroid



P8. 2.5p Se dorește construirea unui sistem fuzzy Mamdani care să aproximeze funcția neliniară $y=f(x)$ din figura de mai jos.

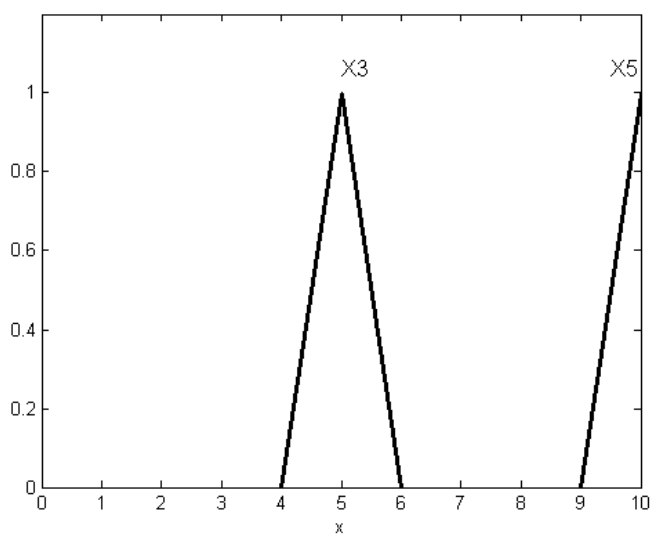
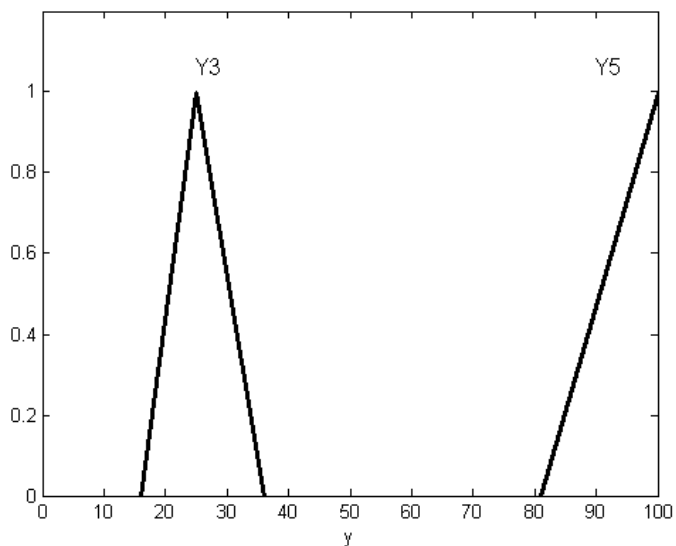
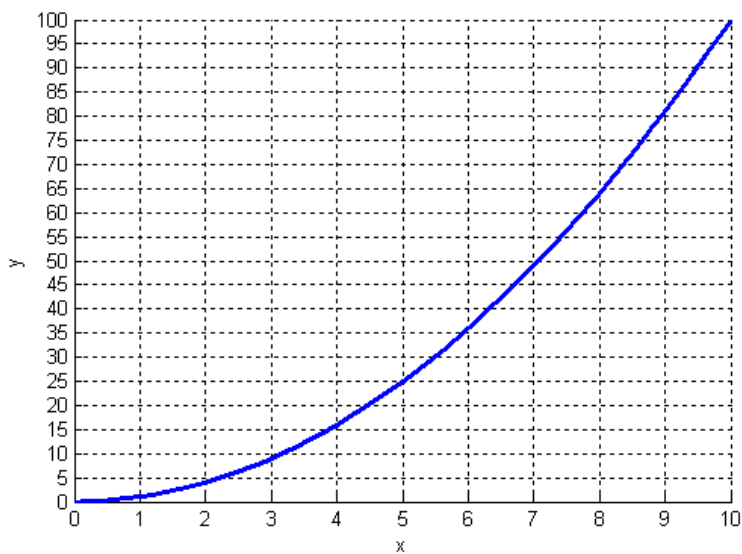
Pentru aceasta se definesc mulțimi fuzzy pe intrare (x) și pe ieșire (y) și se scriu regulile corespunzătoare. Până acum au fost definite câte două mulțimi fuzzy pe fiecare variabilă după cum se vede în figurile de mai jos: $X3$ și $X5$ pe variabila x , respectiv $Y3$ și $Y5$ pe variabila y și regulile asociate:

Dacă x este $X3$ atunci y este $Y3$

Dacă x este $X5$ atunci y este $Y5$

- 1p** Completați cu mulțimi fuzzy pentru ambele variabile și scrieți regulile fuzzy corespunzătoare utilizând un număr total de 7 reguli.
- 0.5p** Se consideră valoare curentă la intrare, $x^*=5.3$. Determinați gradele de activare a regulilor.
- 0.5p** Pentru aceeași valoare curentă la intrare $x^*=5.3$, determinați mulțimile fuzzy parțiale de ieșire din consecințele regulilor ce se activează (grad de activare mai mare decât zero)

- d) **0.5p** Determinati multimea fuzzy rezultata la iesirea sistemului fuzzy. Estimati valoarea curenta a iesirii y^* , daca se utilizeaza metoda de defuzzificare COA (Center Of Area). Care ste valoarea curenta a iesirii y^* daca se utilizeaza metoda de defuzzificare MOM (Mean Of Maxima)?

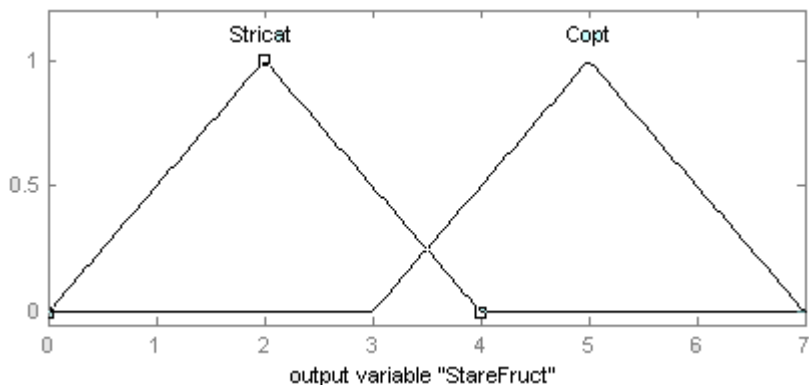
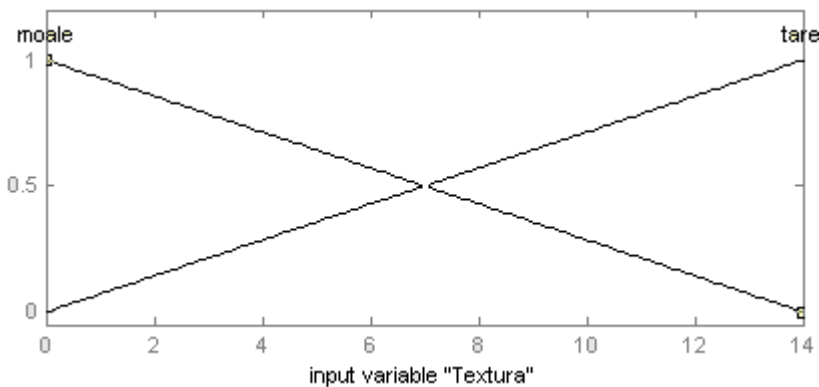
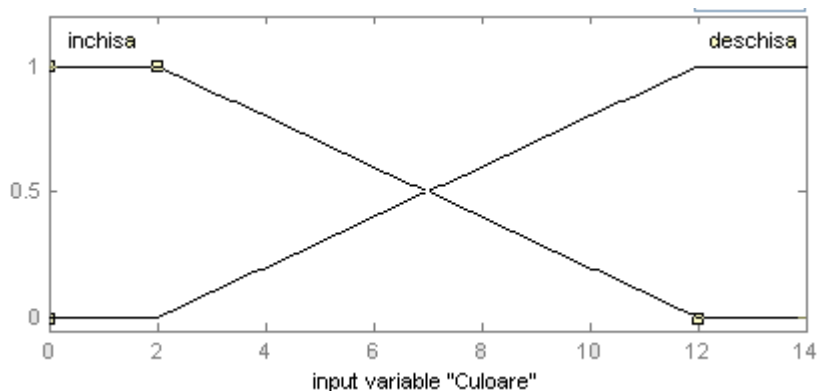


P9. 2.25p Se considera un SLF pentru determinarea starii in care se afla un fruct. Variabilele de intrare sunt Culoare si Textura, iar variabila de iesire este StareFruct, pe care s-au definit urmatoarele multimii fuzzy si reguli fuzzy:

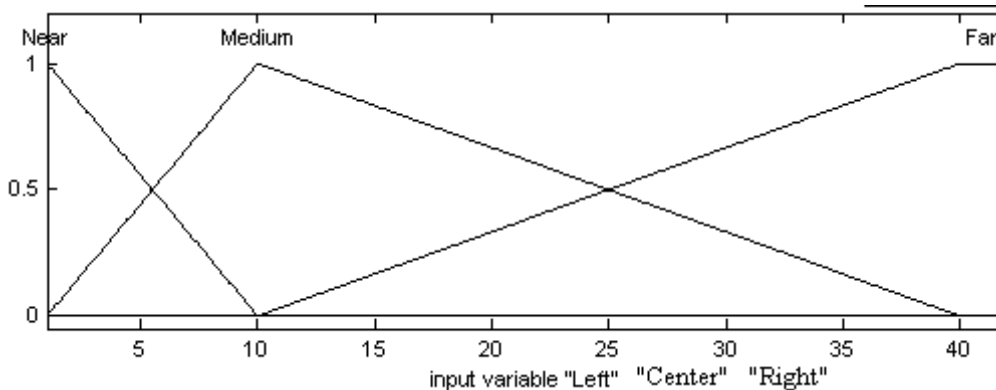
1. If (Culoare is inchisa) and (Textura is moale) then (StareFruct is Stricat)
2. If (Culoare is deschisa) then (StareFruct is Copt)
3. If (Textura is tare) then (StareFruct is Copt)

Pentru un anumit fruct s-au determinat valorile: Culoare*=6, Textura*=9. Precizati operatorii utilizati de voi pentru operatiile utilizate in SLF.

- a) **0.5p** Determinati gradele de activare ale celor trei reguli.
- b) **0.5p** Determinati multimile fuzzy partiale de iesire din consecintele celor trei reguli.
- c) **0.25p** Determinati multimea fuzzy rezultata la iesirea sistemului fuzzy.
- d) **0.5p** Care este valoarea transanta a iesirii StareFruct* obtinuta utilizand metoda de defuzificare MOM (Mean Of Maxima)? Cum interpretati aceasta valoare din punct de vedere al deciziei privind starea in care se afla fructul?
- e) **0.5p** Estimati valoarea transanta a iesirii StareFruct* daca se utilizeaza metoda de defuzificare COA (Center Of Area)? Cum interpretati aceasta valoare din punct de vedere al deciziei privind starea in care se afla fructul?



P10. 2.5p Se considera un sistem fuzzy Takagi-Sugeno de ordinul zero pentru un sistem de focalizare automata a unui aparat foto. Pentru aceasta sunt utilizate trei distante masurate de la aparatul foto la trei obiecte identificate in cadru: stanga (left), centru (center) si dreapta (right). Pentru fiecare dintre cele trei obiecte sistemul fuzzy determina un grad de plauzibilitate. Obiectul cu cel mai mare grad de plauzibilitate este considerat obiectul de interes, si in consecinta distanta pana la acel obiect este distanta de focalizare. Pe fiecare din cele trei variabile de intrare (Left, Center si Right) s-au definit in mod identic cate trei multimii fuzzy (Near, Medium si Far), dupa cum se arata in figura alaturata.



Se considera o singura variabila de iesire si anume gradul de plauzibilitate al obiectului din centru, PlausabilityOfCenter, definita in intervalul [0, 1] pe care s-au definit patru multimii fuzzy singleton: Low cu suportul 0,3; Medium cu suportul 0,5; High cu suportul 0,8; VeryHigh cu suportul 1; Baza de reguli este:

1. If (Center is Near) then (PlausabilityOfCenter is Medium)
2. If (Left is Near) and (Center is Near) and (Right is Near) then (PlausabilityOfCenter is High)
3. If (Center is Medium) then (PlausabilityOfCenter is High)
4. If (Left is Medium) and (Center is Medium) and (Right is Medium) then (PlausabilityOfCenter is VeryHigh)
5. If (Center is Far) then (PlausabilityOfCenter is Low)
6. If (Left is Medium) and (Center is Far) then (PlausabilityOfCenter is Low)
7. If (Center is Far) and (Right is Medium) then (PlausabilityOfCenter is Low)

- a) **0.5p** Reprezentati multimile fuzzy pentru variabila de iesire.
- b) **0.75p** Determinati gradele de activare a fiecareia dintre cele 7 reguli, considerand valorile curente la intrare Left*=3, Center*=20 si Right*=34. Mentionati ce operator ati utilizat pentru conectivul "and" si pentru operatorul de implicatie.
- c) **0.5p** Reprezentati multimile fuzzy de iesire rezultate in urma inferentei si a agregarii, in conditiile de la punctul b) . Mentionati ce operator ati utilizat pentru operatia de agregare.
- d) **0.75p** Determinati valoarea variabilei de iesire obtinuta in urma defuzzificarii.

P11 2,5p Fie un sistem cu logică fuzzy pentru reglarea nivelului apei dintr-un recipient, în funcție de debitul cerut la ieșirea recipientului:

Universurile discuțiilor variabilei de intrare și de ieșire sunt: $d \in D = [0; 20][\text{dm}^3/\text{min}]$; $n_a \in N_A = [0; 15][\text{m}]$.

- a) **1p** Pe fiecare variabila definiti cate doua multimii fuzzy denumite Mare si Mic, de tip trapezoidal.

Regulile fuzzy:

R₁: Dacă Debit este Mare atunci Nivel apă este Mare

R₂: Dacă Debit este Mic atunci Nivel apă este Mic

SLF folosește mecanismul de inferență Mamdani, adică: implicația minim, "→" = min; compunerea max-min, "◦" = max-min; agregarea max a concluziilor parțiale ale regulilor fuzzy.

b)1,5p Dacă valoarea tranșantă a intrării este $d^*=7$, cum arată (grafic):

- 1) mulțimea fuzzy rezultata in urma fuzzificarii;
- 2) mulțimile fuzzy rezultate ca și concluzii parțiale din regulile fuzzy R_1 , respectiv R_2 ;
- 3) mulțimea fuzzy de ieșire rezultată în urma inferenței fuzzy?

Folosind o metodă de defuzzificare la alegere, găsiți valoarea tranșantă a ieșirii n_a^* pentru $d^*=2$.

P12. 1.5p Se dau 2 relatii binare fuzzy P si Q , $P, Q: X \times Y \rightarrow [0,1]$, $X = \{x_1, x_2, x_3\}$, $Y = \{y_1, y_2, y_3, y_4\}$.

$$P = \begin{matrix} & y_1 & y_2 & y_3 & y_4 \\ x_1 & \begin{pmatrix} 0.5 & 0.1 & 0.1 & 0.7 \end{pmatrix} \\ x_2 & \begin{pmatrix} 0 & 0.8 & 0 & 0 \end{pmatrix} \\ x_3 & \begin{pmatrix} 0.9 & 1 & 0.7 & 0.8 \end{pmatrix} \end{matrix} \qquad Q = \begin{matrix} & y_1 & y_2 & y_3 & y_4 \\ x_1 & \begin{pmatrix} 0.3 & 0.7 & 0.5 & 0.7 \end{pmatrix} \\ x_2 & \begin{pmatrix} 0.3 & 0.3 & 0.2 & 1 \end{pmatrix} \\ x_3 & \begin{pmatrix} 0.4 & 0.3 & 0.9 & 0.4 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

a) 0.5p Care este relatia ce rezulta din intersectia relatiilor P si Q ? Precizati operatorul utilizat.

b) 0.5p Care este relatia ce rezulta din reuniunea relatiilor P si Q ? Precizati operatorul utilizat.

c) 0.5p Se cunoaste multimea fuzzy $A(x) = \left\{ \frac{0.3}{x_1}; \frac{0.6}{x_2}; \frac{0.7}{x_3} \right\}$. Care este rezultatul compunerii *sup-min* dintre multimea fuzzy A si relatia fuzzy Q ?

P13 1.5p In domeniul retelelor de calculatoare exista o relatie imprecisa între gradul de utilizarea a latimii de banda si timpul de latenta in retea, la comunicarea între doua calculatoare. Se considera G o multime fuzzy discreta a gradului de utilizare a latimii de banda (in procente), iar L o multime fuzzy discreta a timpului de latenta (in ms):

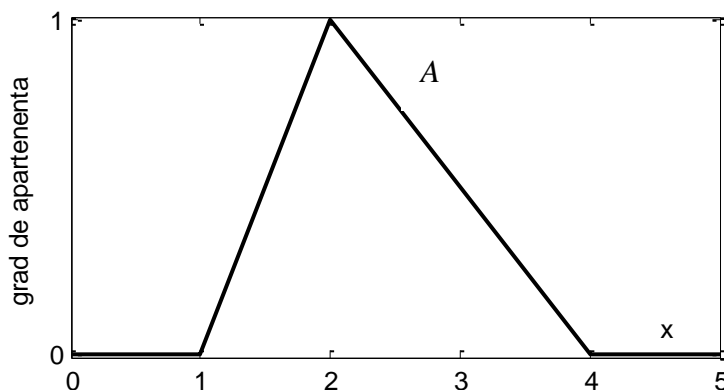
$$G(g) = \left\{ \frac{0.3}{10}; \frac{0.5}{20}; \frac{0.8}{40}; \frac{1}{60}; \frac{0.55}{80}; \frac{0.1}{100} \right\}; \quad L(l) = \left\{ \frac{0.3}{0.5}; \frac{0.4}{1}; \frac{0.8}{1.5}; \frac{1}{4}; \frac{0.6}{8}; \frac{0.3}{20} \right\}$$

a) 0.75p Care este produsul cartezian reprezentat de relatia fuzzy binara $R(g,l) = G(g) \times L(l)$

b) 0.75p Se considera o a doua multime fuzzy discreta definita peste gradul de utilizare a latimii de banda, $G_1(g) = \left\{ \frac{0.3}{10}; \frac{0.6}{20}; \frac{0.7}{40}; \frac{0.9}{60}; \frac{1}{80}; \frac{0.5}{100} \right\}$. Gasiti multimea fuzzy $L_1(l)$, rezultata prin compunerea *sup-min* (*max-min*) $L_1(l) = G_1(g) \circ R(g,l)$.

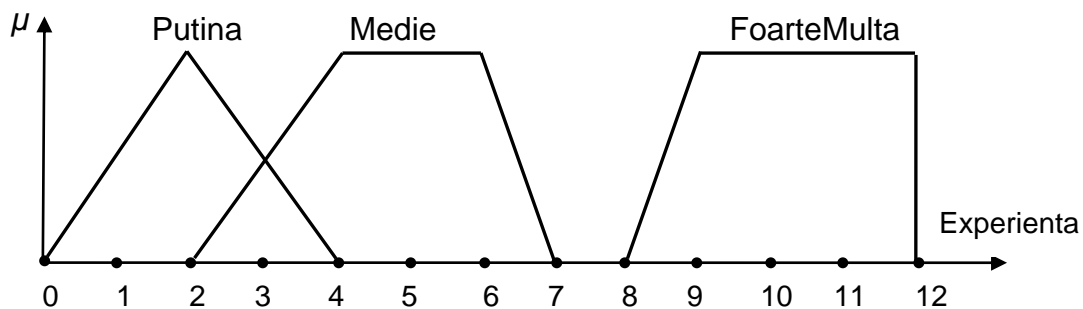
P14. 2p Se da relatia binara fuzzy Q , $Q: X \times Y \rightarrow [0,1]$, $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$, $Y = \{y_1, y_2, y_3\}$ si multimea fuzzy A , $A: X \rightarrow [0,1]$.

$$Q = \begin{matrix} & y_1 & y_2 & y_3 \\ x_1 & \begin{pmatrix} 0.3 & 0.3 & 0.9 \end{pmatrix} \\ x_2 & \begin{pmatrix} 0.7 & 0.55 & 0.8 \end{pmatrix} \\ x_3 & \begin{pmatrix} 0.5 & 0.8 & 0.7 \end{pmatrix} \\ x_4 & \begin{pmatrix} 0.6 & 1 & 0.5 \end{pmatrix} \end{matrix}$$



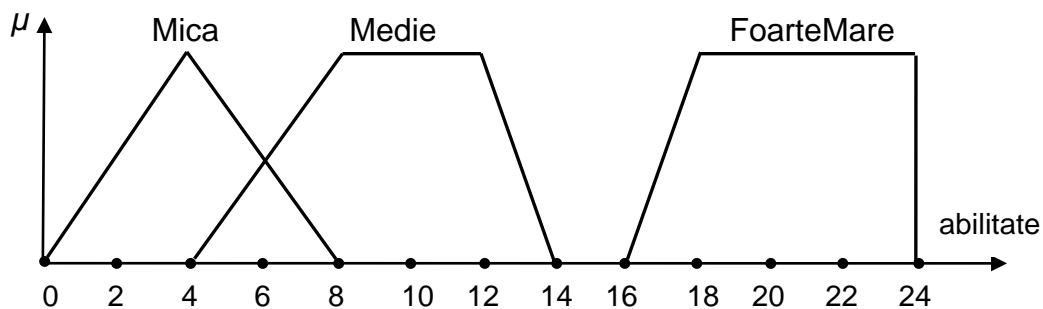
- a) **0.5p** Reprezentati multimea fuzzy complementara multimii A.
- b) **0.5p** Se considera $x_1=1,2$; $x_2=1,6$; $x_3=2,7$; $x_4=3,5$. Care este multimea fuzzy discreta $A_{disc}(x) = \left\{ \frac{\quad}{x_1}; \frac{\quad}{x_2}; \frac{\quad}{x_3}; \frac{\quad}{x_4} \right\}$?
- c) **0.5p** Rezultatul compunerii *sup-min* dintre multimea fuzzy A_{disc} si relatia fuzzy Q este multimea fuzzy $B_{disc}(y)$. Determinati $B_{disc}(y)$.
- d) **0.5p** Determinati distanta Hamming dintre multimile fuzzy B_{disc} si $C_{disc}(y) = \left\{ \frac{0.9}{y_1}; \frac{0.8}{y_2}; \frac{0.65}{y_3} \right\}$.

P15. 3p Se considera variabila lingvistica ‘‘Experienta’’ cu universul discutiei $[0, 12]$ ani, peste care se definesc 5 multimi fuzzy: FoartePutina, Putina, Medie, Multa si FoarteMulta. Cele 5 multimi formeaza o partitie fuzzy. Multimile Putina, Medie si FoarteMulta sunt reprezentate in figura.



- a) **0.5p** Ce valori au centrul, latimea la stanga si latimea la dreapta pentru multimea fuzzy Putina? Dar intervalul de toleranta, latimea la stanga si latimea la dreapta pentru multimea fuzzy FoarteMulta?
- b) **1p** Care sunt expresiile analitice si reprezentarile grafice ale celorlalte 2 multimi fuzzy FoartePutina si Multa?
- c) **0.5p** Care sunt gradele de apartenenta la fiecare din cele 5 multimi fuzzy a valorilor Experienta₁=7 ani si Experienta₂=3,5ani?
- d) **0.5p** Cum se poate obtine o multime fuzzy ‘‘Cel putin experienta medie’’ utilizand operatii intre cele 5 multimi fuzzy definite anterior?
- e) **0.5p** Experienta unei anumite persoane s-a exprimat printr-o multime fuzzy discreta $MultaPers = \left\{ \frac{0}{5}; \frac{0.5}{6}; \frac{0.75}{7}; \frac{1}{8}; \frac{0.5}{9}; \frac{0}{10} \right\}$. Determinati distanta dintre multimile fuzzy Multa si MultaPers, considerand pentru multimea Multa aceleasi valori discrete ale variabilei Experienta ca cele utilizate pentru multimea MultaPers.

P16. 3p Se considera variabila lingvistica ‘‘Abilitate’’ (în rezolvarea problemelor) pentru care se definesc 5 multimi fuzzy: FoarteMica, Mica, Medie, Mare si FoarteMare. Cele 5 multimi formeaza o partitie fuzzy. Multimile Mica, Medie si FoarteMare sunt reprezentate in figura.

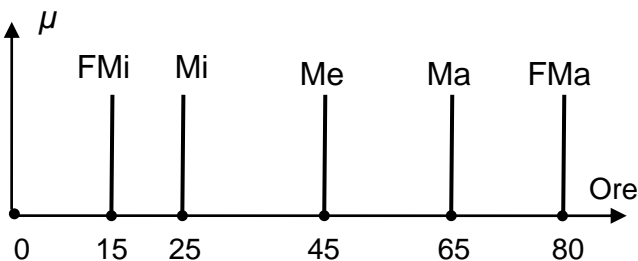
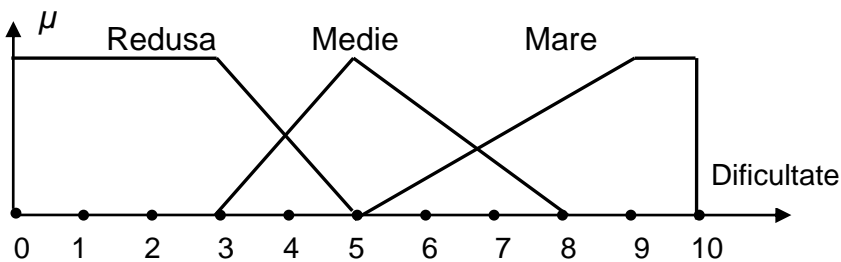
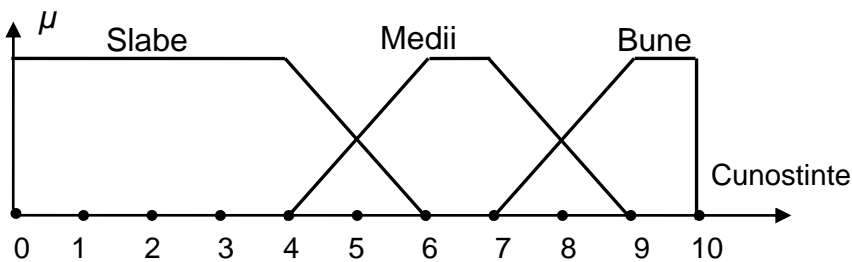


- a) **0.75p** Care sunt expresiile analitice si reprezentarile grafice ale celorlalte 2 multimi fuzzy FoarteMica si Mare?

- b) **0.75p** Care sunt gradele de apartenenta la fiecare din cele 5 multimi fuzzy a valorilor abilitate1=14 si abilitate2=7?
- c) **0.75p** Cum se poate obtine o multime fuzzy “Cel putin abilitate medie” utilizand operatii intre cele 5 multimi fuzzy definite anterior?
- d) **0.75p** Abilitatea unei anumite persoane s-a exprimat printr-o multime fuzzy discreta $MarePers = \left\{ \frac{0}{10}; \frac{0.5}{12}; \frac{0.75}{14}; \frac{1}{16}; \frac{0.5}{18}; \frac{0}{20} \right\}$. Determinati distanta dintre multimile fuzzy Mare si MarePers, considerand pentru multimea Mare aceleasi valori discrete ale variabilei abilitate ca cele utilizate pentru multimea MarePers.

P17. 3p Se considera un SLF de tip Takagi-Sugeno de ordin zero pentru determinarea numarului de ore (Ore) necesar unui student pentru implementarea unui proiect. Ca si intrari se considera conostintele de specialitate ale studentului (Cunostinte) si dificultatea proiectului (Dificultatea). SLF utilizeaza operatia *min* pentru implementarea operatorului “și”, inferenta compozitionala *max-min* si agregare *max*. Baza de reguli este partial descrisa in tabelul de mai jos.

	Dificultate		
Cunostinte \	Redusa	Medie	Mare
Slabe			
Medii	Mi	Me	Ma
Bune		Mi	Me



Pentru un anumit student avem $Cunostinte^*=8$ si $Dificultate^*=6$.

- a) **0.5p** Completati tabelul de reguli astfel incat sa avem o baza de reguli completa.
- b) **0.75p** Determinati gradele de activare ale tuturor regulilor din baza de date.
- c) **0.75p** Determinati multimile fuzzy partiale de iesire pentru fiecare dintre regulile care se activeaza si multimea fuzzy de iesire rezultata in urma agregarii.
- d) **0.5p** Care este valoarea transanta a iesirii Ore* obtinuta dupa defuzificare.
- e) **0.5p** Cum se modifica valoarea transanta la iesire daca pentru acelasi student se schimba dificultatea proiectului la $Dificultate_1^*=9$?

P18. 1.5p Pentru transistoarele de putere medie, pentru aplicatii liniare și în comutare se consideră trei variabile de interes: curentul ($I[A]$), tensiunea ($V[V]$) și costul ($C[euro]$). S-au definit următoarele 3 mulțimi fuzzy discrete:

$$I = \left\{ \frac{0.4}{1.5}; \frac{0.6}{2}; \frac{0.8}{3}; \frac{1}{4}; \frac{0.8}{6} \right\} \quad V = \left\{ \frac{0.25}{30}; \frac{0.8}{45}; \frac{1}{60}; \frac{0.9}{80}; \frac{0.7}{100} \right\} \quad C = \left\{ \frac{0.5}{0.4}; \frac{1}{0.6}; \frac{0.8}{0.8} \right\}$$

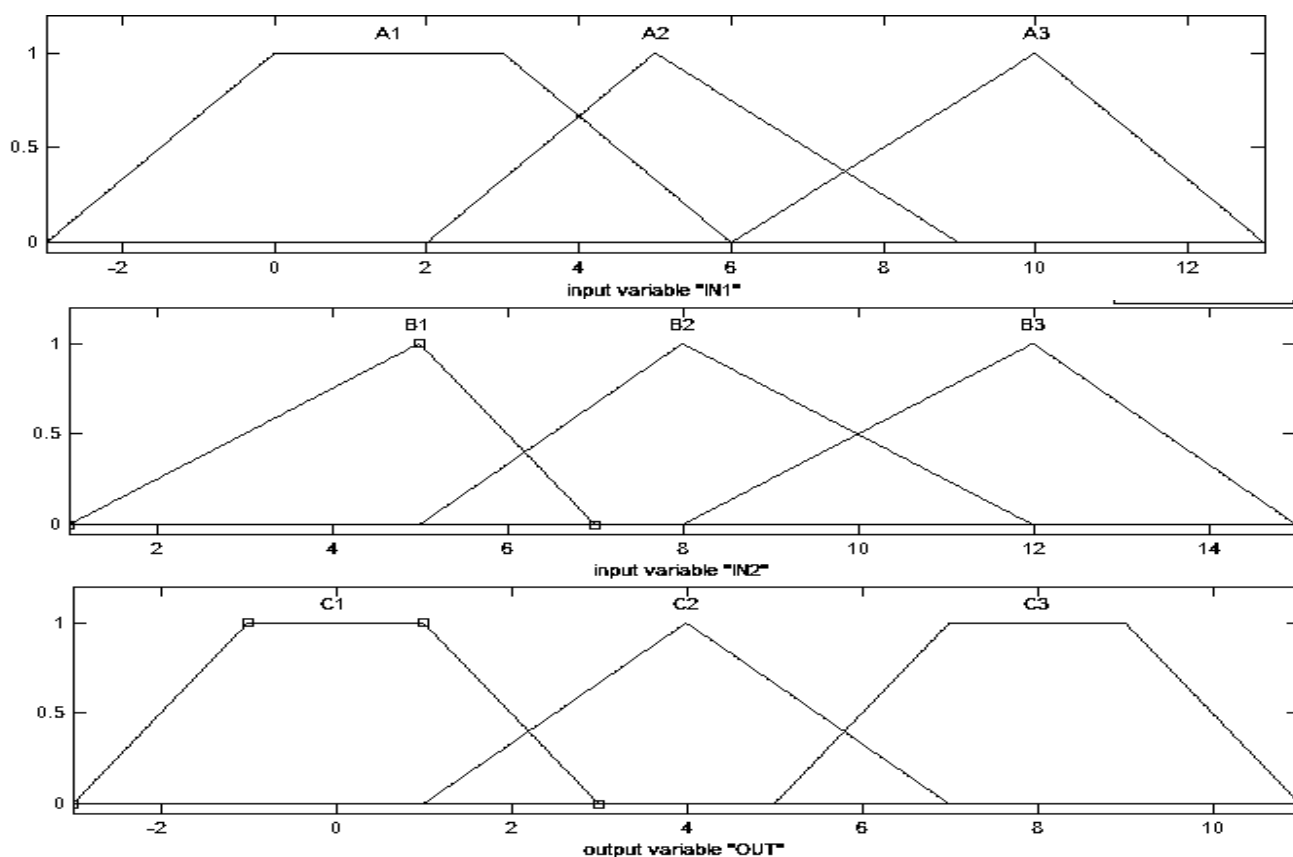
Vom considera puterea $P = VI$ ca fiind relația fuzzy P „puterea la tranzistoare de putere medie” între V și I , $P: V \times I \rightarrow [0,1]$, definită prin produsul cartezian între tensiune și curent.

- 0.5p** Determinați relația fuzzy P .
- 0.5p** Determinați relația fuzzy $T: I \times C \rightarrow [0,1]$, prin produsul cartezian între curent și cost. Ce reprezintă această relație?
- 0.5p** Determinați relația fuzzy $E = P \circ T: P \times T \rightarrow [0,1]$, rezultată din compunerea sup-min (max-min) a relațiilor P și T . Ce reprezintă această relație?

P19. 2.5p Pentru un controler fuzzy avem următoarele 3 reguli:

- Daca IN1 este A1 și IN2 este B1 atunci OUT este C1*
- Daca IN1 este A2 și IN2 este B2 atunci OUT este C2*
- Daca IN1 este A3 și IN2 este B3 atunci OUT este C3*

Multimile fuzzy definite peste cele variabile sunt:

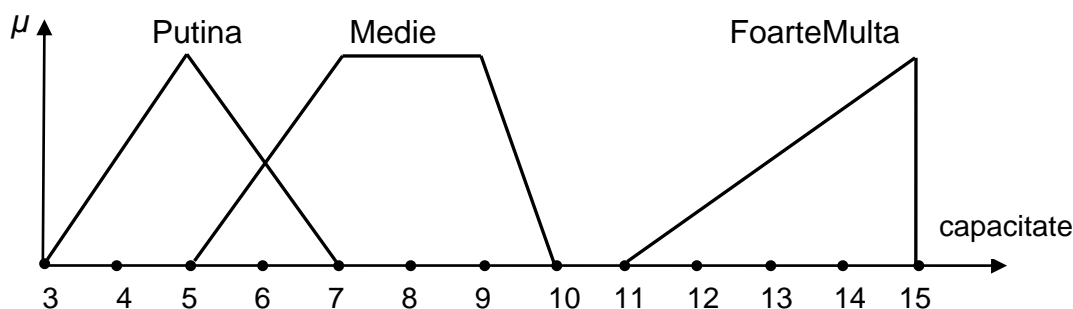


Citirile a doi senzori ne dau următoarele valori curente ale variabilelor de intrare $in1^* = 4$ și $in2^* = 6$.

Precizati operatorii pe care ii veti utiliza pentru operatiile din SLF

- 0.5p** Determinati gradele de activare ale celor trei reguli.
- 0.5p** Determinati multimile fuzzy partiale de iesire din consecintele celor trei reguli.
- 0.5p** Determinati multimea fuzzy rezultata la iesirea sistemului fuzzy dupa agregare.
- 0.5p** Care este valoarea transanta a iesirii out^* obtinuta utilizand metoda de defuzzificare MOM (Mean Of Maxima)?
- 0.5p** Estimati valoarea transanta a iesirii out^* daca se utilizeaza metoda de defuzzificare COA (Center Of Area)?

P20. 2p Se considera variabila lingvistica ‘‘Capacitate’’ (de lucru in echipa) pentru care se definesc 5 multimi fuzzy: FoarteMica, Mica, Medie, Mare si FoarteMare. Cele 5 multimi formeaza o partitie fuzzy. Multimile Mica, Medie si FoarteMare sunt reprezentate in figura.

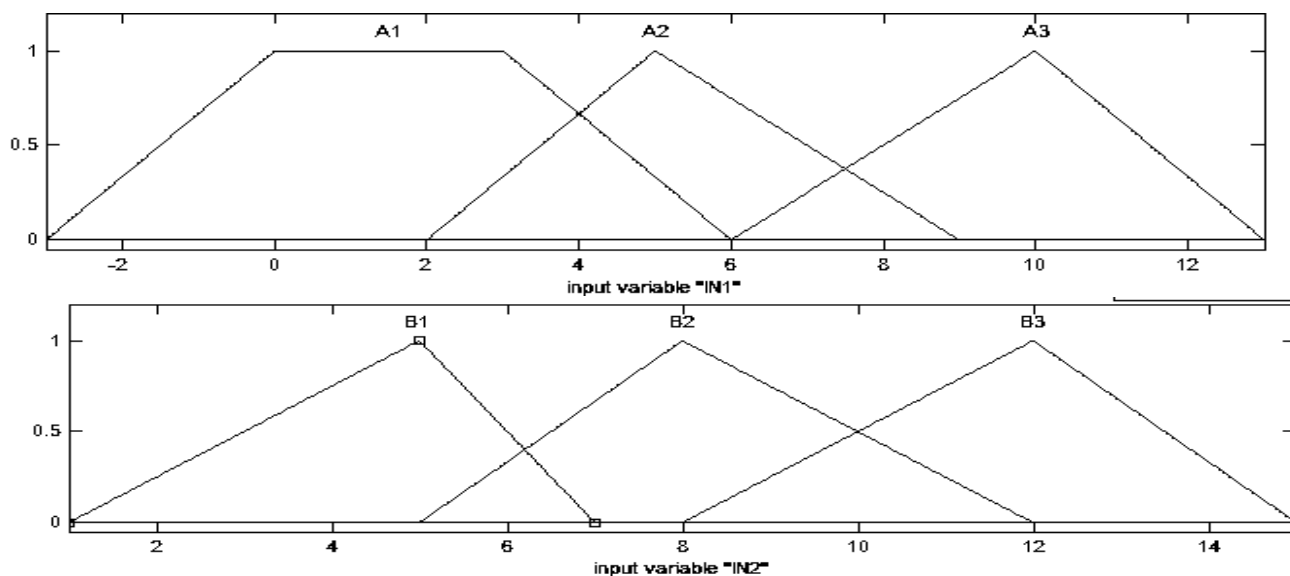


- 0.5p** Care sunt expresiile analitice si reprezentarile grafice ale celorlalte 2 multimi fuzzy FoarteMica si Mare?
- 0.5p** Care sunt gradele de apartenenta la fiecare din cele 5 multimi fuzzy a valorilor $capacitate_1=6$ si $capacitate_2=12$?
- 0.5p** Cum se poate obtine o multime fuzzy ‘‘Cel putin capacitate multa’’ utilizand operatii intre cele 5 multimi fuzzy definite anterior?
- 0.5p** Capacitatea unei anumite persoane s-a exprimat printr-o multime fuzzy discreta $MarePers = \left\{ \frac{0}{8}; \frac{0.4}{9}; \frac{0.8}{10}; \frac{1}{11}; \frac{0.4}{12}; \frac{0.1}{13} \right\}$. Determinati distanta dintre multimile fuzzy Mare si MarePers, considerand pentru multimea Mare aceleasi valori discrete ale variabilei capacitate ca cele utilizate pentru multimea MarePers.

P21. 2.5p Pentru un controler fuzzy avem urmatoarele 3 reguli:

- Daca IN1 este A1 și IN2 este B1 atunci OUT este C1*
- Daca IN1 este A2 și IN2 este B2 atunci OUT este C2*
- Daca IN1 este A3 și IN2 este B3 atunci OUT este C3*

Multimile fuzzy definite peste variabile de intrare sunt:



Peste variabila de iesire s-au definit 3 multimi fuzzy singleton C1, C2 și C3, avand suporturile 0, 5 și respectiv 9.

Citirile a doi senzori ne dau urmatoarele valori curente ale variabilelor de intrare $in1^* = 8$ și $in2^* = 10.5$.

- 0.5p** Precizati operatorii pe care ii veti utiliza pentru operatiile din SLF.
- 0.5p** Determinati gradele de activare ale celor trei reguli.

- h) **0.5p** Determinati multimile fuzzy partiale de iesire din consecintele celor trei reguli.
 i) **0.5p** Determinati multimea fuzzy rezultata la iesirea sistemului fuzzy dupa agregare.
 j) **0.5p** Care este valoarea transanta a iesirii *out** obtinuta dupa defuzzificare?

P22. 2.5p Se solicita construirea unui sistem de clasificare a florilor de iris in 3 grupuri (clase), considerand 2 trasaturi ale florilor de iris si anume:

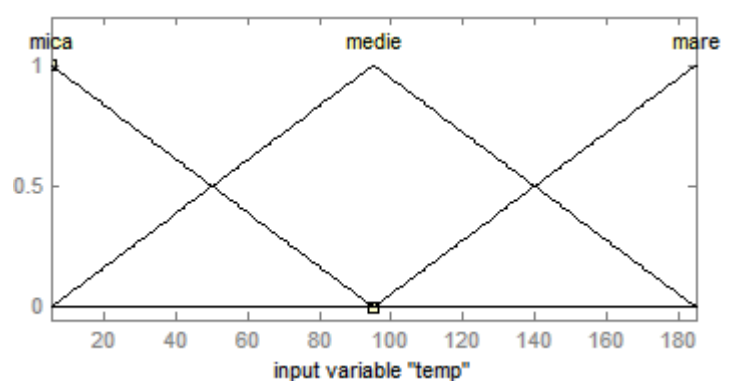
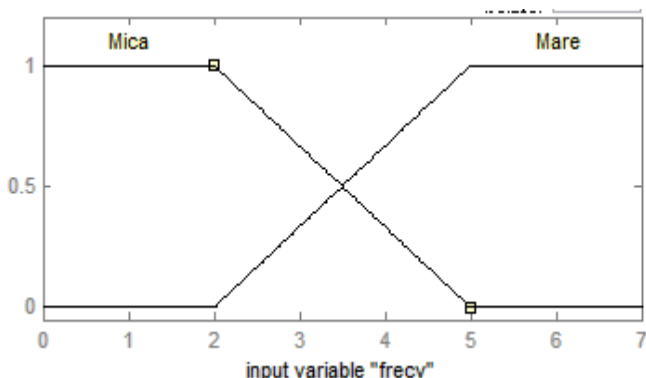
- “Lungimea sepalei” notata LungSe, cu domeniul de variatie $LungSe \in [43, 79]$ [mm]
- “Latimea sepalei sepalei” notata LatSe, cu domeniul de variatie $LatSe \in [20, 44]$ [mm]

In urma aplicarii algoritmului de clasificare substractiva, s-au obtinut valorile:

$$coordonate_centre_grupuri = \begin{bmatrix} 62 & 29 \\ 50 & 34 \\ 55 & 24 \end{bmatrix}; \quad sigma = [6,5 \quad 2,5]$$

- f) **0.75p** Reprezentati multimile fuzzy rezultate pentru cele doua trasaturi ale florilor de iris.
 g) **0.5p** Care este structura (schema bloc) unui sistem fuzzy de clasificare a florilor de iris in cele 3 grupuri?
 h) **0.5p** Care sunt regulile sistemului fuzzy de clasificare.
 i) **0.75p** Care sunt gradele de activare a fiecărei reguli si in ce grup va fi clasificata o floare de iris ce are valorile trasaturilor: 1) LungSe*=51; LatSe*=38;
 2) LungSe*=66; LatSe*=29;

P23. 2.5p Pentru modelarea amplificării (A_v) in functie de frecventa (frecv) si temperatura (temp) s-a generat utilizand *fcm*, *anfis* si un set de date numerice, un sistem fuzzy Takagi – Sugeno de ordin 1. Multimile fuzzy pentru cele doua variabile de intrare sunt prezentate in figura



Baza de reguli este:

1. If (frecv is Mica) and (temp is mica) then (Av is av1) (1)
2. If (frecv is Mica) and (temp is medie) then (Av is av2) (1)
3. If (frecv is Mica) and (temp is mare) then (Av is av3) (1)
4. If (frecv is Mare) and (temp is mica) then (Av is av4) (1)
5. If (frecv is Mare) and (temp is medie) then (Av is av5) (1)
6. If (frecv is Mare) and (temp is mare) then (Av is av6) (1)

Pentru cele 6 multimi fuzzy de iesire coeficientii sunt:

$$\begin{array}{lll} av1: [-1.7 \quad 0.3 \quad 53] & av3: [-0.3 \quad 0.3 \quad -13] & av5: [-18 \quad 0.7 \quad 50] \\ av2: [-0.8 \quad 0.3 \quad 19] & av4: [-21 \quad 0.7 \quad 133] & av6: [-16 \quad 0.7 \quad -30] \end{array}$$

Se considera urmatoarele valori curente la intrare: $frecv^*=3$ si $temp^*=60$.

- a) **1p** Determinati gradele de activare a fiecari reguli
 b) **0.5p** Reprezentati multimile fuzzy de iesire din concluzia fiecărei reguli
 c) **0.5p** Determinati multimea fuzzy de iesire rezultata in urma agregarii
 d) **0.5p** Determinati valoarea amplificării in urma defuzzificării.

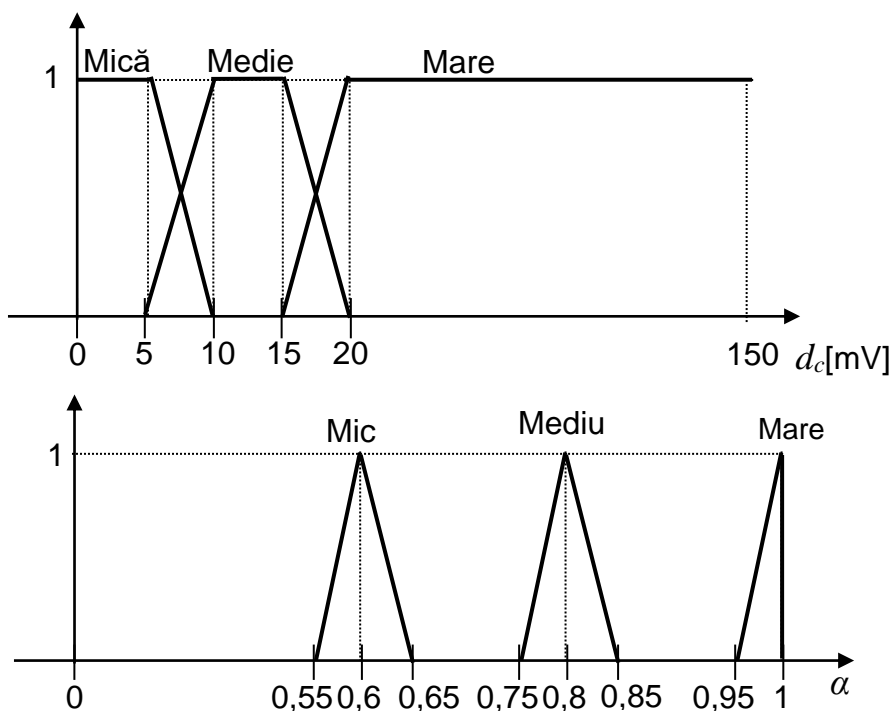
P24. 3p Un sistem cu logică fuzzy este integrat într-o aplicație de filtrare a unor măsurători de tip sonar. Filtrul transmite la ieșire o valoare s calculată ca medie ponderată între măsurătoarea curentă s_c și valoarea prezisă pe baza a N măsurători anterioare, s_p : $s = \alpha \cdot s_c + (1 - \alpha) \cdot s_p$, $\alpha \in [0;1]$.

Sistemul cu logică fuzzy este utilizat pentru generarea valorii ponderii α : dacă diferența $d_c = |s_c - s_p|$ este mică, atunci valoarea ponderii α este mare, deoarece putem avea încredere că măsurătoarea curentă nu este afectată de erori. Dacă diferența d_c este, dimpotrivă, mare, atunci este probabil ca ea să fie eronată, ca urmare ponderea α trebuie să fie mică (valoarea prezisă are pondere destul de mare cât să poată corecta într-o oarecare măsură valoarea măsurată). Pentru o diferență d_c moderată, este de așteptat ca ponderea α să fie moderată. Motivul acestui mecanism de filtrare este faptul că nu ne putem aștepta la variații semnificative instantanee în semnalul sonar.

La intrarea sistemului cu logică fuzzy avem semnalul d_c care ia valori în universul discuției $[0;150]$ [mV], pentru senzorul disponibil. La ieșirea sistemului cu logică fuzzy, avem valoarea ponderii α , al cărui univers al discuției este intervalul $[0;1]$.

În baza de cunoștințe a sistemului cu logică fuzzy sunt trei mulțimi fuzzy pentru fiecare din variabilele sistemului (de intrare și respectiv de ieșire) și trei reguli fuzzy. Mulțimile fuzzy definite peste universurile discuțiilor variabilelor de intrare și ieșire au funcțiile de apartenență din figură.

SLF folosește mecanismul de inferență Mamdani, adică: implicația minim; compunerea max-min; agregarea max a concluziilor parțiale ale regulilor fuzzy și fuzzificarea singleton. Pentru defuzzificare, se utilizează metoda MOM (media maximelor).

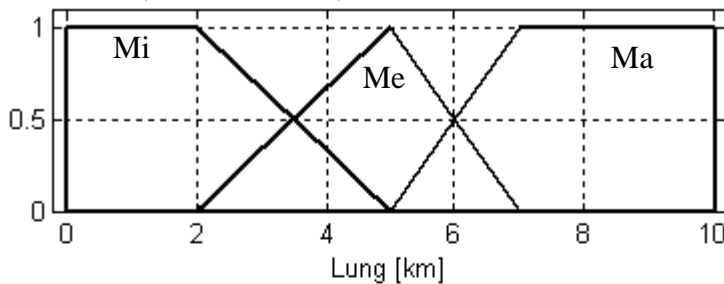


- 0,75p** Formulați lingvistic cele trei reguli fuzzy din baza de cunoștințe a SLF
- 0,75p** Dacă valoarea numerică instantanee a masuratorii curente este $s_c^*=40$ mV, iar valoarea prezisă este $s_p^*=32$ mV, care este valoarea instantanee d_c^* prezentă la intrarea SLF? Ce valori au pentru acest d_c^* gradele de activare ale celor trei reguli fuzzy?
- 1p** Cum arată mulțimile fuzzy rezultate ca și concluzii parțiale din cele trei reguli fuzzy? Dar mulțimea fuzzy rezultată în urma agregării? Calculați valoarea ponderii α^* la ieșirea SLF și rezultatul s obținut pentru semnalul filtrat.
- 0.5p** Cum arata mulțimile fuzzy obținute ca și concluzii parțiale și mulțimea fuzzy de ieșire după agregare dacă SLF se transforma în sistem Takagi-Sugeno, cu mulțimile fuzzy de ieșire: Mic cu suportul 0.6, Mediu cu suportul 0.8 și Mare cu suportul 1? Se modifică în acest caz valoarea s a semnalului, pentru s_c^* și s_p^* specificate la punctul (b)? Dacă da, cât este această nouă valoare?

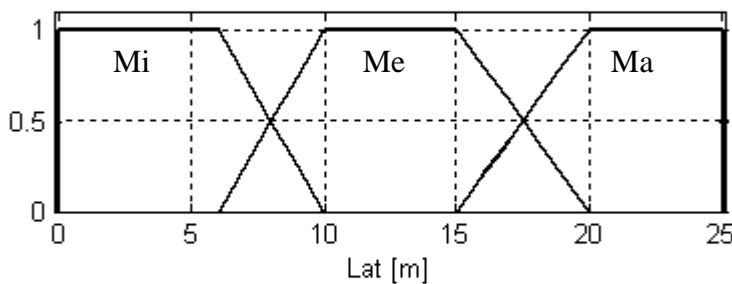
P25. 3p Un SLF este utilizat intr-o aplicatie de management a aglomerarilor de persoane in cazul deplasarii acestora in grupuri, pe mai multe drumuri alternative. SLF este utilizat pentru alocarea de prioritati drumurilor, in functie de lungimea si latimea acestora. SLF are doua intrari: lungimea drumului „Lung” si latimea drumului „Lat”. Iesirea SLF este prioritatea alocata drumului „Prioritatea”. Multimile fuzzy definite peste aceste trei variabile sunt prezentate in figura de mai jos. Baza de reguli este prezentata partial in tabelul de mai jos (regulile 2, 4, 5, 6).

Unul dintre drumurile disponibile are caracteristicile $Lung^* = 4\text{km}$, respectiv $Lat^* = 19\text{m}$.

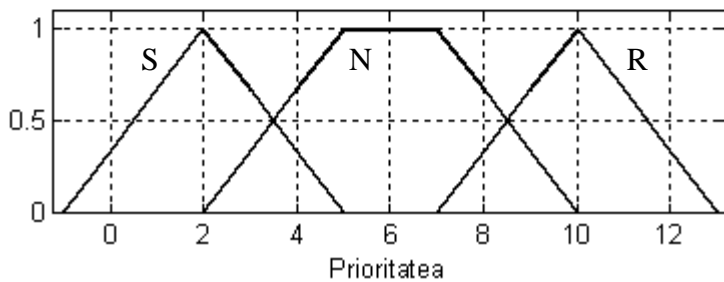
- 0,75p** Completati baza de reguli, astfel incat sa rezulte o baza de reguli completa.
- 0,75p** Dederminati gradele de activare a fiecarei reguli.
- 0,5p** Reprezentati multimile fuzzy partiale de iesire din consecintele regulilor activate.
- 0,5p** Reprezentati multimea fuzzy de iesire rezultata in urma agregarii.
- 0,5p** Estimati valoarea transanta a prioritatii $Prioritate^*$ daca pentru defuzzificare se utilizeaza metoda COA (Center of Area).



Mi – mica
Me – medie
Ma – mare



Lung \ Lat	Mi	Me	Ma
Mi	1	2	3
Me	4	5	6
Ma	7	8	9

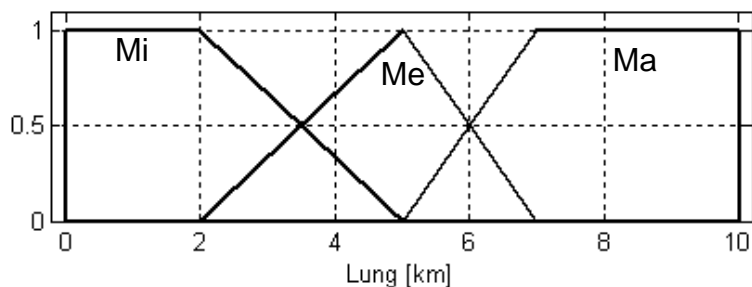


S – scazuta
N – normala
R - ridicata

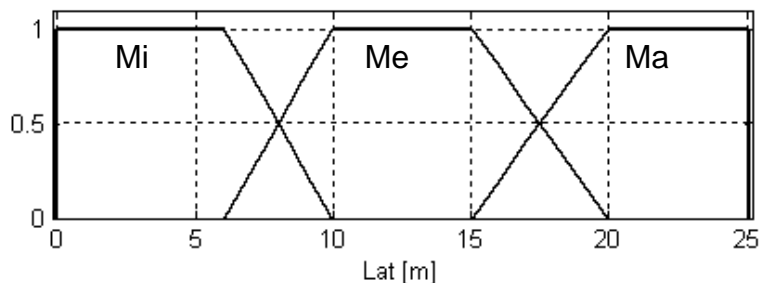
P26. 2.5p Un SLF de tip Takagi-Sugeno este utilizat intr-o aplicatie de management a aglomerarilor de persoane in cazul deplasarii acestora in grupuri, pe mai multe trasee alternative. SLF are ca intrari: lungimea traseului „Lung” si latimea traseului „Lat”. Iesirea SLF este prioritatea alocata traseului „Prioritatea”. Multimile fuzzy definite peste aceste trei variabile sunt prezentate in figura de mai jos. Baza de reguli este prezentata partial in tabelul de mai jos (regulile 1, 2, 8, 9).

Unul dintre traseele disponibile are caracteristicile $Lung^* = 5,5\text{km}$, respectiv $Lat^* = 16\text{m}$.

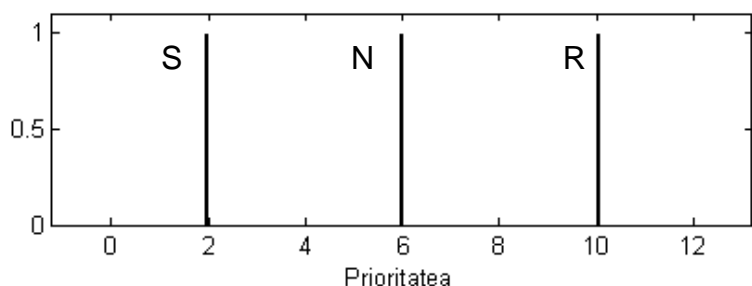
- 0.5p** Completati baza de reguli, astfel incat sa rezulte o baza de reguli completa.
- 0.5p** Determinati gradele de activare a regulilor.
- 0.5p** Reprezentati multimile fuzzy partiale de iesire din consecintele regulilor activate.
- 0.5p** Determinati valoarea transanta a prioritatii $Prioritate^*$ daca pentru defuzzificare se utilizeaza metoda de mediere ponderata (weighted average).
- 0.5p** Care este prioritatea unui alt traseu daca acesta are $Lung^* = 8\text{km}$, respectiv $Lat^* = 3\text{m}$?



Mi – mica
 Me – medie
 Ma – mare



Lung \ Lat	Mi	Me	Ma
Mi	N 1	S 2	3
Me	4	5	6
Ma	7	R 8	N 9



S – scazuta
 N – normala
 R - ridicata

P27. 2.5p Se implementeaza un sistem de recunoastere a unor forme, considerand 2 trasaturi:

- Tr1, cu domeniul de variatie $Tr1 \in [0, 50]$
- Tr2, cu domeniul de variatie $Tr2 \in [-10, +25]$

In urma aplicarii algoritmului de clasificare substractiva, s-au obtinut:

$$coordonate_centre_grupuri = \begin{bmatrix} 30 & 18 \\ 10 & -6 \\ 41 & 5 \end{bmatrix}; \quad \sigma = [9 \quad 6]$$

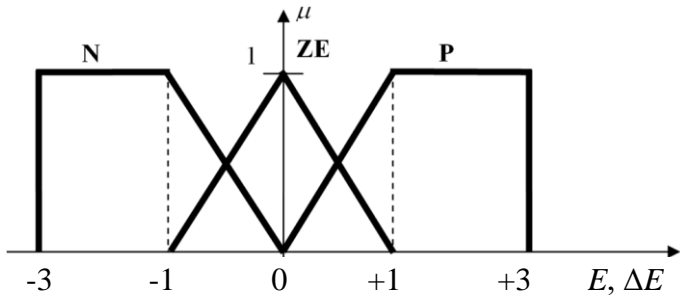
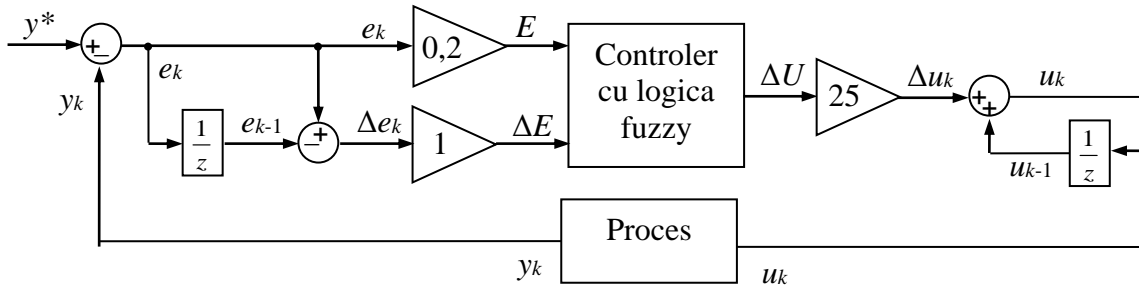
- 0,5p** Cate grupuri (clase) au rezultat in urma clasificarii substractive? Cum justificati raspunsul?
- 0.75p** Rezentati multimile fuzzy ce se pot defini peste cele doua trasaturi.
- 0.5p** Care este structura unui sistem fuzzy de recunoastere a acestor forme?
- 0.75p** Care sunt regulile sistemului fuzzy de recunoastere a formelor?

P28. 3p Se da schema bloc a unui sistem de control cu controler fuzzy. Valoarea de referinta a marimii controlate (la iesirea procesului) este y^* , y_k este valoarea curenta a marimii controlate in iteratia k , iar u_k este marimea care controleaza procesul (stabilita cu ajutorul controlerului fuzzy).

Se cunosc: $y^* = 35$; $y_k = 38$; $y_{k-1} = 37,3$; $u_{k-1} = 55$.

Multimile fuzzy pentru cele doua intrari (E si ΔE) ale controlerului fuzzy sunt prezentate in figura. Pentru iesirea controlerului (ΔU) sunt definite trei multimile fuzzy de tip singleton: Neg cu suportul -1.5, Zero cu suportul 0, respectiv Poz cu suportul +1.5. Baza de reguli a controlerului fuzzy este prezentata partial in tabelul de mai jos.

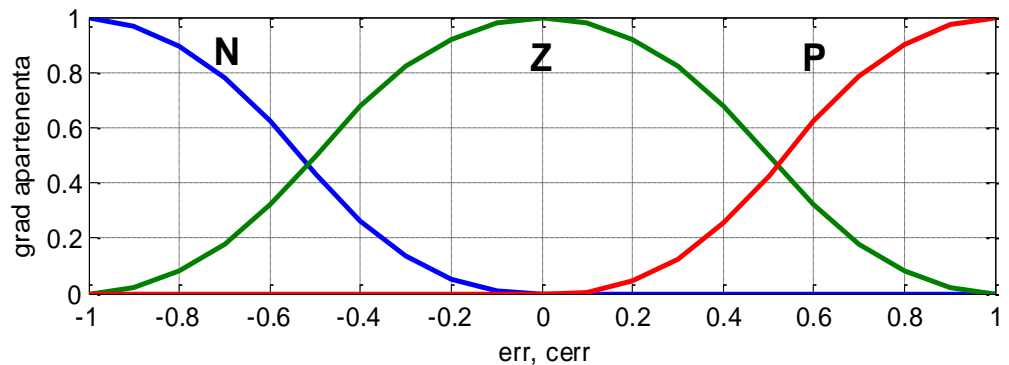
- 0.5p** Completati baza de reguli astfel incat sa obtinem o baza de reguli completa.
- 0,5p** Ce valori au $e_k, e_{k-1}, \Delta e_k, E, \Delta E$?
- 0,5p** Determinati gradele de activare a tuturor regulilor din baza de reguli.
- 0,5p** Care sunt multimile fuzzy de iesire pentru fiecare regula activata?
- 0,5p** Determinati valoarea iesirii (ΔU) rezultata in urma defuzzificarii.
- 0,5p** Calculati $\Delta u_k, u_k$.



$\Delta E \backslash E$	N	ZE	P
N	Neg 1	Neg 2	Zero 3
ZE	4	5	6
P	Zero 7	8	Poz 9

P29. 2.5p Se considera cazul unui controler clasic PI adaptiv, in care coeficientii K_P (proportional) si K_I (integral) se determina de catre sisteme cu logica fuzzy in functie de valorile erorii (err) si variatiei erorii ($cerr$). Sistemul fuzzy pentru coeficientul K_I este un sistem Takagi-Sugeno de ordin zero:

- multimile fuzzy pentru variabilele de intrare err si $cerr$ sunt definite identic, conform figurii alaturate.
- pentru variabila de iesire K_I s-au definit doua multimi fuzzy singleton: Mic (cu suportul 0.1) si Mare (cu suportul 0.9).
- baza de reguli este definita conform tabelului alaturat

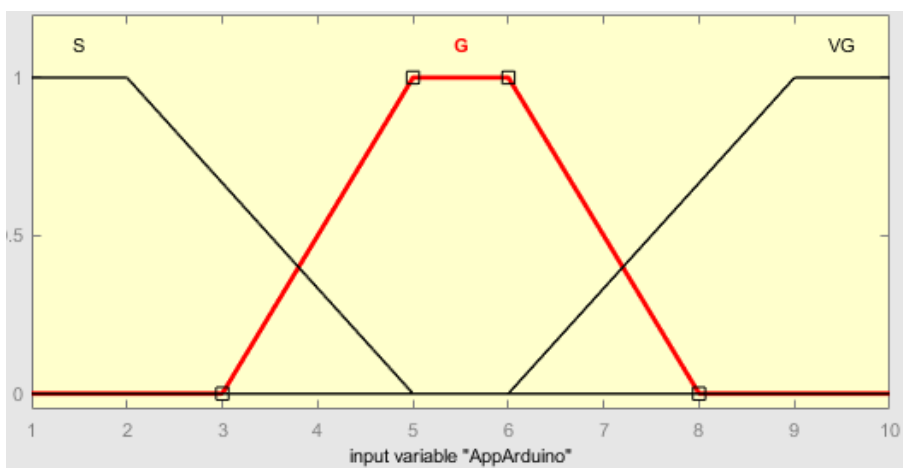
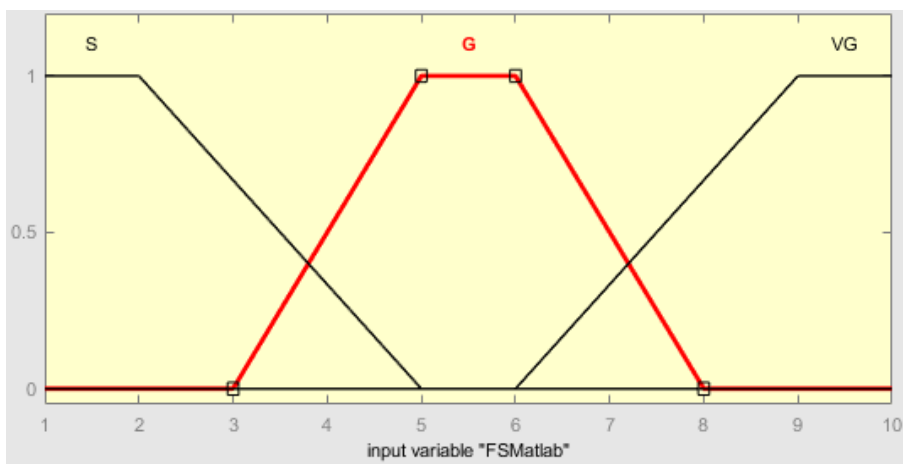
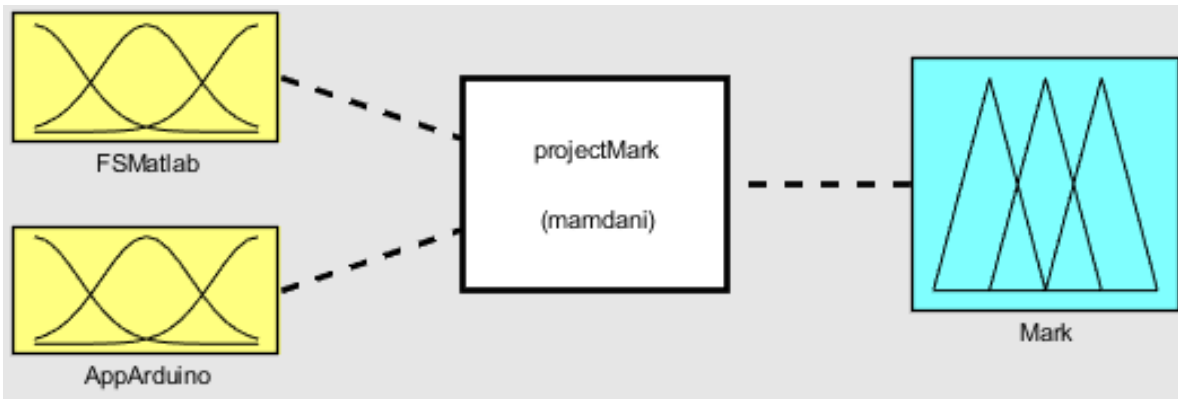


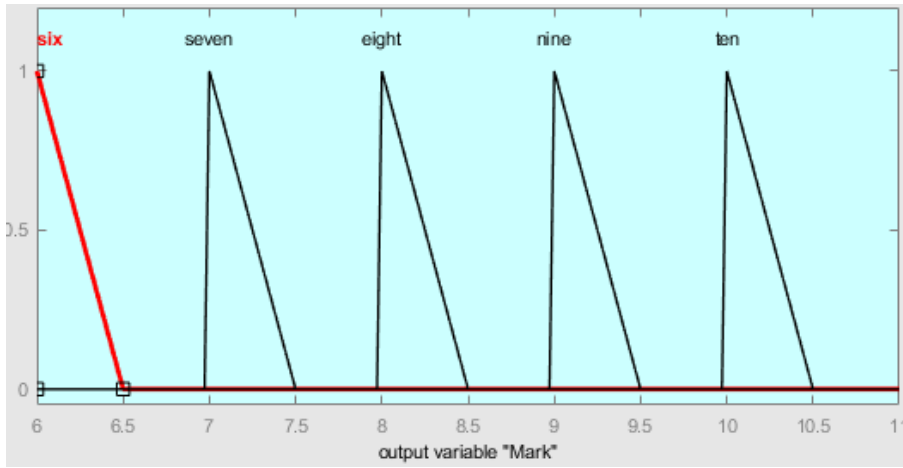
Valorile curente la intrare sunt $err^* = -0.6$; $cerr^* = 0.7$

$cerr \backslash err$	N	Z	P
N	Mic 1	Mic 2	Mic 3
Z	Mare 4	Mic 5	Mare 6
P	Mic 7	Mic 8	Mic 9

- 0.5p** Reprezentati grafic multimile fuzzy de iesire
- 0.5p** Determinati gradele de activare a tuturor regulilor din baza de reguli.
- 0.5p** Care sunt multimile fuzzy de iesire pentru fiecare regula activata
- 0.5p** Determinati valoarea iesirii K_I^* rezultata in urma defuzzificarii.
- 0.5p** Determinati valoarea iesirii K_I^{**} rezultata in urma defuzzificarii, daca valorile de intrare sunt $err^{**} = 0$; $cerr^{**} = 0$.

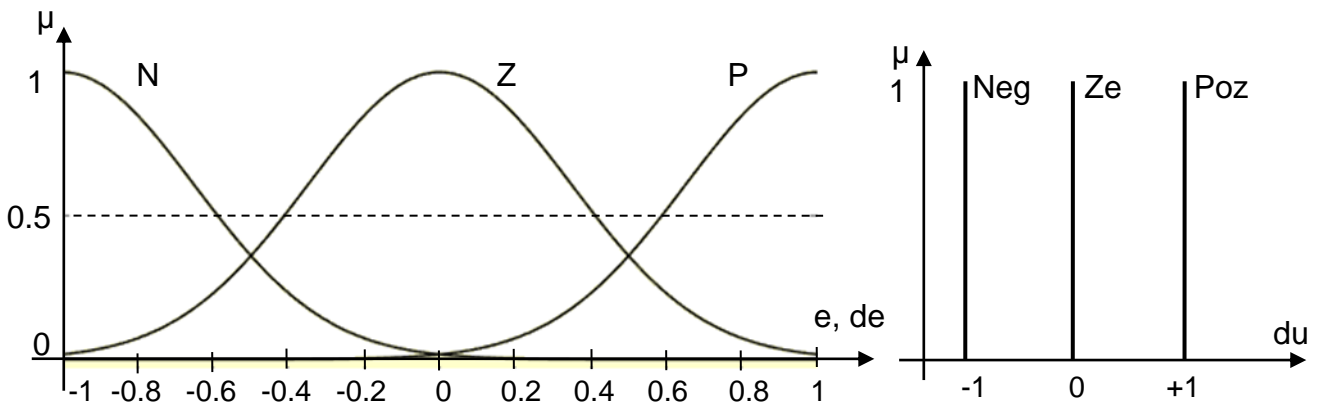
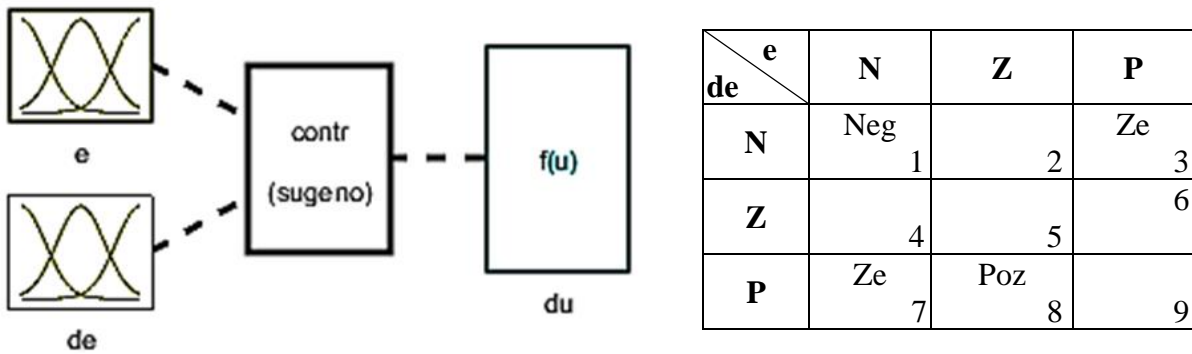
P30





1. If (FSMatlab is S) and (AppArduino is S) then (Mark is six) (1)
2. If (FSMatlab is S) and (AppArduino is G) then (Mark is seven) (1)
3. If (FSMatlab is S) and (AppArduino is VG) then (Mark is eight) (1)
4. If (FSMatlab is G) and (AppArduino is S) then (Mark is seven) (1)
5. If (FSMatlab is G) and (AppArduino is G) then (Mark is eight) (1)
6. If (FSMatlab is G) and (AppArduino is VG) then (Mark is nine) (1)
7. If (FSMatlab is VG) and (AppArduino is S) then (Mark is eight) (1)
8. If (FSMatlab is VG) and (AppArduino is G) then (Mark is nine) (1)
9. If (FSMatlab is VG) and (AppArduino is VG) then (Mark is ten) (1)

P31. 2.5p Un SLF de tip Takagi-Sugeno utilizat intr-o aplicatie de control este descris mai jos.



Valorile curente la intrare sunt: $e^* = 0.4$, respectiv $de^* = - 0.8$.

- a) **0.5p** Completati baza de reguli, astfel incat sa rezulte o baza de reguli completa.
- b) **0.5p** Determinati gradele de activare a regulilor din baza de reguli.
- c) **0.5p** Reprezentati multimile fuzzy partiale de iesire din consecintele regulilor activate.
- d) **0.5p** Determinati valoarea transanta a iesirii du^* daca pentru defuzzificare se utilizeaza media ponderata (weighted average).
- e) **0.5p** Care ar fi valoarea transanta a iesirii du^* daca valorile curente la intrare ar fi: $e^* = 0$, respectiv $de^* = 0$. Cum interpretati aceasta situatie?

P32 Se construiesc un model al unui sistem cu 3 intrari si o iesire sub forma unui SLF. SLF este initial generat utilizand clasificarea substractiva si apoi instruit cu *anfis*. SLF initial contine 12 reguli fuzzy. Setul de date, de dimensiune 1500 este impartit in trei subseturi: de instruire (training data) 70%, de verificare (checking data) 20%, respectiv de test (testing data) 10%.

- a) Care este numarul de parametri instruibili neliniari pentru instruire *anfis*? Justificati raspunsul.
- b) Care este numarul de parametri instruibili liniari pentru instruire *anfis*? Justificati raspunsul.
- c) Care este numarul total de parametri pentru instruirea *anfis*?
- d) Care este semnificatia fiecarui dintre cele trei subseturi de date?
- e) Avand in vedere ca se recomanda ca numarul total de parametri instruibili sa fie mai mic decat dimensiunea subsetului de date de instruire, care este limita superioara a numarului de reguli a SLF?

P33 Se construiesc un model al unui sistem MISO cu 6 intrari sub forma unui SLF. SLF initial este generat utilizand clasificarea substractiva si este apoi instruit cu *anfis*. Se doreste ca SLF rezultat sa contina 25 de reguli, iar subsetul de date de instruire sa fie de cel putin 3 ori mai mare decat numarul de parametri instruibili ai SLF. Intregul set disponibil de date va fi impartit in trei subseturi: de instruire (training data) 75%, de verificare (checking data) 15%, respectiv de test. Dimensiune minima a intregului set de date este:

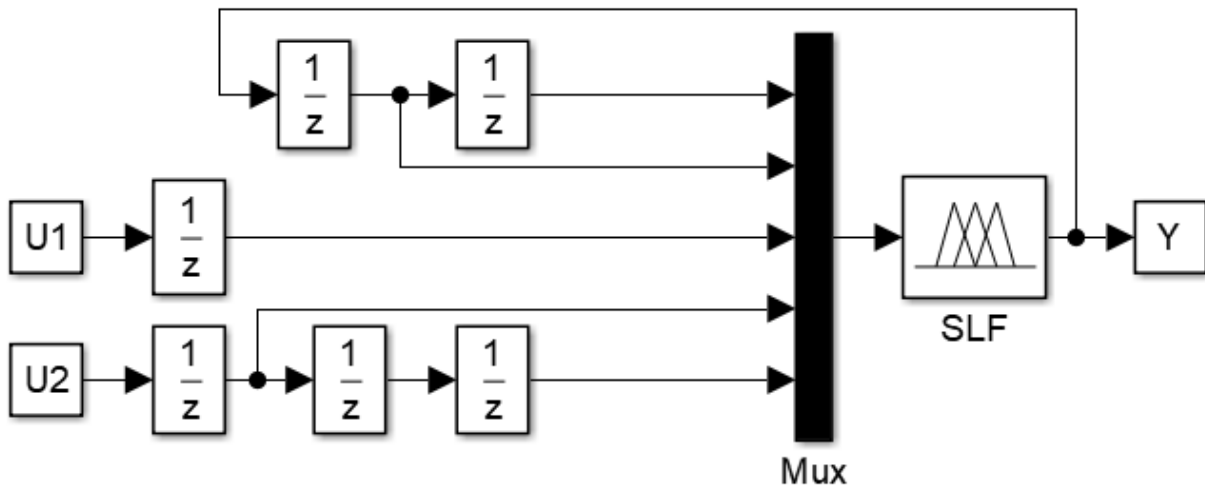
P34 Se doreste identificarea si modelarea utilizand un SLF a unui sistem dinamic cu doua intrari U_1 si U_2 si o iesire Y . Setul de date disponibil este de forma:

U1	U2	Y
U1(n)	U2(n)	Y(n)
U1(n-1)	U2(n-1)	Y(n-1)
...
U1(n-k)	U2(n-k)	Y(n-k)
...
U1(1)	U2(1)	Y(1)

Pentru identificarea celor mai relevante intrari se utilizeaza algoritmul de cautare secventiala inainte (sequential forward search). Se considera initial ca intrari candidate pentru determinarea iesirii curente $Y(k)$ urmatoarele esantioane de la:

- iesirea Y , cu una, doua si trei intarzieri
- intrarea U_1 , cu una si doua intrazieri
- intrarea U_2 , cu intrazierile de la unu la patru

Modelul final rezultat este reprezentat sub forma de diagrama Simulink:



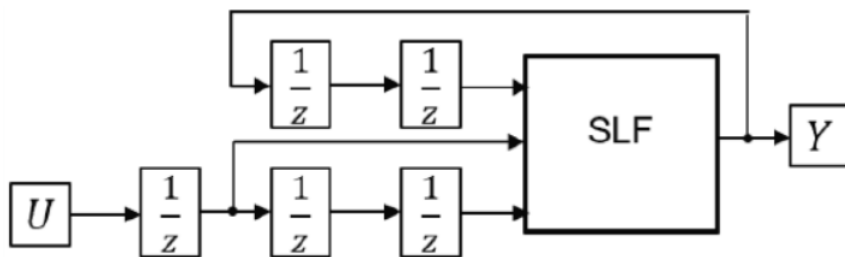
- Cum trebuie formate datele initiale pentru a putea fi utilizate la selectarea celor mai reprezentative intrari ale modelului?
- Cate "tregeri" sunt necesare algoritmului pentru a identifica cele mai relevante intrari, conform modelului rezultat?
- Cate intrari are SLF? Care este rolul blocului Mux?
- Etichetati fiecare intrare a SLF (ca intrari in blocul Mux)
- Care este structura datelor ce vor fi utilizate pentru instruirea SLF?

P35 Se doreste identificarea si modelarea unui sistem dinamic cu o intrare U si o iesire Y, utilizand un SLF. Pentru identificarea celor mai relevante intrari in sistemul fuzzy, se utilizeaza algoritmul de cautare secventiala inainte (sequential forward search). Setul de date disponibil este:

U	Y
U(n)	Y(n)
U(n-1)	Y(n-1)
...	...
U(1)	Y(1)

Schema bloc a modelului rezultat este prezentata in figura alaturata.

Selectati toate afirmatiile adevarate:



- Pentru selectia intrarilor in SLF, algoritmului ii sunt necesare 5 treceri (iteratii)
- Dupa instruirea SLF, aceasta poate fi utilizat pentru analiza sistemului dinamic pe care-l modeleaza, pentru orice noi secvente aplicate la intrarea U
- Intrarile SLF sunt Y(k-2); U(k-1); U(k-3)
- Dupa instruirea SLF, aceasta poate fi utilizat pentru analiza sistemului dinamic pe care-l modeleaza, doar pentru secvente aplicate la intrarea U, care au facut parte din setul de date de instruire
- Pentru selectia intrarilor in SLF, algoritmului ii sunt necesare 3 treceri (iteratii)
- Structura datelor utilizate pentru instruirea SLF este: Y(k-1) Y(k-2) U(k) U(k-1) U(k-2) U(k-3) Y(k)

P36. 4p Se consideră un sistem fuzzy Mamdani utilizat pentru controlul unui automobil pentru deplasare și oprire într-un punct fixat. Metoda de defuzificare folosită este SOM (Smallest of maximum).

Variabilele de intrare sunt *pozitia* fata de punctul de oprire si *viteza*. Mulțimile fuzzy asociate sunt prezentate alăturat.

Variabila de ieșire este *modificareViteza*, cu trei mulțimi fuzzy: Scade, Menține și Crește, prezentate alăturat.

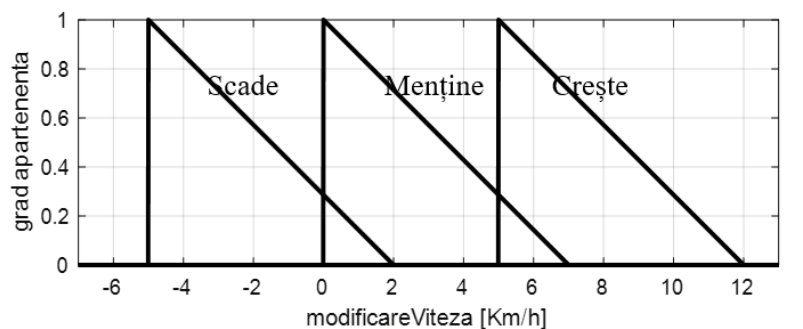
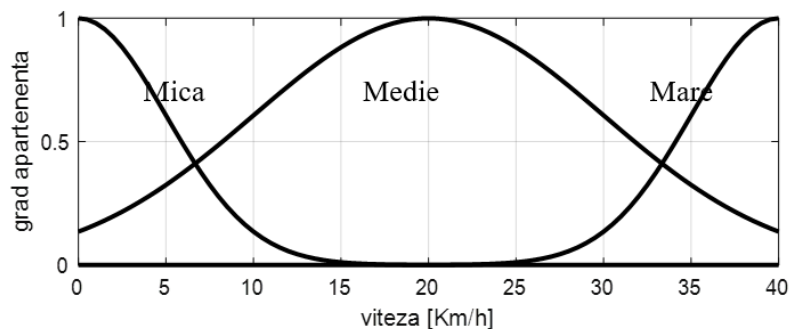
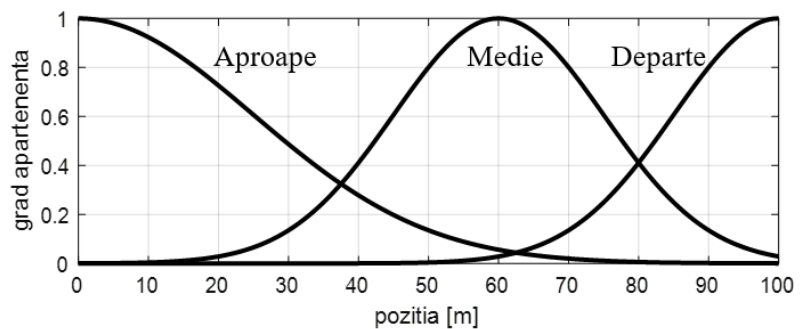
Notand $viteza_k$ - viteza curenta si $viteza_{k+1}$ - viteza viitoare, avem relatia:

$$viteza_{k+1} = viteza_k + modificareViteza$$

Valorile curente ale mărimilor de intrare sunt

$$pozitia^* = 25 \text{ m}; \quad viteza^* = 8 \text{ km/h.}$$

- 1p** Completați baza de reguli (tabelul de mai jos), astfel încât să rezulte o baza de reguli completă.
- 1p** Determinați gradele de activare a tuturor regulilor.
- 1p** Reprezentați mulțimile fuzzy parțiale de ieșire din consecințele tuturor regulilor activate.
- 0,5p** Determinați valoarea tranșantă a mărimii de ieșire $modificareViteza^*$, în urma defuzificării.
- 0,5p** Care este noua valoare a vitezei (viteza viitoare)?



<i>pozitia</i> \ <i>viteza</i>	Aproape	Medie	Departe
Mica	1	2	3
Medie	4	5	6
Mare	7	8	9

P37. 2p Se construiește un model de tip sistem fuzzy pentru un proces cu 3 intrări si o ieșire. Sistemul fuzzy inițial este generat utilizând clasificarea substractiva si apoi este instruit cu *anfis*. Sistemul fuzzy inițial conține 9 reguli fuzzy. Setul de date, de dimensiune 3500 este împărțit in trei subseturi: de instruire (training data) 70%, de verificare (checking data) 15%, respectiv de test.

- 0.5p** Determinați numărul de parametri instruibili neliniari pentru instruire *anfis*?
- 0.5p** Determinați numărul de parametri instruibili liniari pentru instruire *anfis*?
- 0.5p** Care este semnificația fiecăruia dintre cele trei subseturi de date?
- 0.5p** Având in vedere ca se recomandă ca numărul total de parametri instruibili sa fie mai mic decât dimensiunea subsetului de date de instruire, care este limita superioara a numărului de reguli a SLF?